

(12) LAID-OPEN PATENT GAZETTE (A)

(11) Publication Number

05-307160

(43) Date of Publication of Application November 19, 1993

(51) Int. Cl. <sup>5</sup> G02F	1/13 1/1341	Classification Symbol 101	Office Reference Number FI 7348-2K 7348-2K
Request for examination: Not filed Number of claims: 9 (Total pages: 10)			
(21) Application Number	04-111445	(71) Applicant	000006747 Ricoh Co., Ltd.
(22) Date of Filing	April 30, 1992	(72) Inventor	Tanaka, Seiji
		(72) Inventor	Saito, Masatoshi
		(72) Inventor	Miyaguchi, Yoichiro
		(74) Agent	Tatsuno, Hideo (and two others)

(54) [TITLE OF THE INVENTION] APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(57) [ABSTRACT]

[OBJECT] To provide means by which each of the sequential steps of from deaerating the liquid crystal cell and defoaming liquid crystal to sealing the injection port of the liquid crystal cell can be performed in-line in vacuum or in an atmospheric-pressure environment replaced by an inert gas.

[CONSTITUTION] A vacuum vessel B in which liquid crystal is injected into the liquid crystal cell is connected with a liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A, a liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C, and an immersing injection station D. The immersing injection station D is provided with a vacuum vessel E for removing a surplus liquid crystal and a vacuum vessel F for sealing. Also, a liquid crystal plate recovery station G for controlling the amount of liquid crystal in the liquid crystal plate and sending it to the vacuum vessel C is provided. Thus, a liquid crystal display element excellent in quality for large size liquid crystal cell substrates are

obtained.

[CLAIMS]

[CLAIM 1] An apparatus for manufacturing a liquid crystal display element, the apparatus injecting a liquid crystal into a liquid crystal cell with the use of pressure difference between an inside and outside of the liquid crystal cell and capillarity, thereby forming the liquid crystal display element, the apparatus comprising: a liquid crystal injecting vacuum vessel in which the liquid crystal is injected into the liquid crystal cell, the liquid crystal injecting vacuum vessel being connected with a liquid crystal cell deaeration vacuum vessel for heating and deaerating the liquid crystal cell, a liquid crystal defoaming vacuum vessel for vacuum-defoaming the liquid crystal, and an immersing injection station for leaving the liquid crystal cell immersed in the liquid crystal, the immersing injection station being provided with a surplus liquid crystal removing vessel for, in atmospheric pressure replaced by an inert gas, separating the liquid crystal cell and a liquid crystal plate sent from the immersing injection station and for removing a surplus liquid crystal, and a sealing vessel for sealing a liquid crystal injection port of the liquid crystal cell; and a liquid crystal plate recovery station for uniformizing an amount of the liquid crystal in the separated liquid crystal plate and for sending the liquid crystal in the liquid crystal plate to the liquid crystal defoaming vacuum vessel, the apparatus wherein each of the steps of heating and deaerating the liquid crystal cell, defoaming the liquid crystal, injecting the liquid crystal, removing the surplus liquid crystal, and sealing the injection port is performed in-line in a vacuum environment or in atmospheric pressure replaced by an inert gas.

[CLAIM 2] A method for manufacturing a liquid crystal display element, comprising deaerating a liquid crystal cell such that the liquid crystal cell is disposed in a vacuum of  $10^{-4}$  to  $10^{-5}$  Torr, in order to heat and deaerate the liquid crystal cell using non-contact type heating means such as an infrared light lamp and to remove remaining material such as moisture in a short

period of time using a high vacuum exhaust pump with high capacity, an exhaust gas component contained in the air removed by the deaeration is detected, thus completing the deaeration treatment step, and the liquid crystal cell is sent to a vacuum injecting step.

[CLAIM 3] A method for manufacturing a liquid crystal display element, comprising defoaming a liquid crystal filled in a liquid crystal plate such that vacuum evacuation rate in an early stage of vacuum evacuation is increased, in order to, in a vacuum of  $10^{-2}$  to  $10^{-3}$  Torr, quickly defoam air bubbles mainly consisting of air existing and dissolved in the liquid crystal, a volatilizing liquid crystal component is monitored using a mass spectrometer, and the defoaming treatment step is completed based on the monitoring, thus minimizing an amount of volatilization of the liquid crystal.

[CLAIM 4] A method for manufacturing a liquid crystal display element, comprising defoaming a liquid crystal filled in a liquid crystal plate such that a vibration is applied to the liquid crystal in the liquid crystal plate by a supersonic wave in a vacuum environment, and smooth-faced minute steel balls non-reactive to the liquid crystal are included in the liquid crystal in order to accelerate the defoaming of air bubbles contained in the liquid crystal, thereby performing the defoaming in a short period of time.

[CLAIM 5] A method for manufacturing a liquid crystal display element, comprising vacuum-injecting a liquid crystal into a liquid crystal cell such that one liquid crystal cell or a plurality of liquid crystal cells is (are) supported by a liquid crystal cell storage jig capable of holding with a predetermined and even holding power, the liquid crystal cell storage jig for supporting the liquid crystal cell(s) having at least three pressing portions and pressure detectors each positioned in correspondence with the pressing portions, feeding back each pressure datum of the pressure detectors to the pressing portions, thereby maintaining even surface pressure of the liquid crystal cells and uniformizing cell gap.

[CLAIM 6] A method for manufacturing a liquid crystal display element,

comprising vacuum-injecting a liquid crystal into a liquid crystal cell such that: the liquid crystal cell is disposed in a liquid crystal injecting vacuum vessel with pressure therein maintained at from  $10^{-3}$  to  $10^{-4}$  Torr, in order to immerse an injection port of the liquid crystal cell in the liquid crystal filled in a liquid crystal plate sent from a liquid crystal defoaming vacuum vessel, after which pressure in the liquid crystal injecting vacuum vessel is recovered to or beyond atmospheric pressure, during which a change in pressure from a vacuum state to a pressure recovery state is monitored by an absolute pressure vacuum indicator; the liquid crystal is inserted into the liquid crystal cell slowly at first by surface tension; pressure in the liquid crystal injecting vacuum vessel is gradually recovered by reducing vacuum degree in the vessel using a gas such as an inert gas introduced little by little into the vessel; and pressure recovery rate is gradually increased, the method wherein time and pressure recovery rate is program-controlled in accordance with properties of a substrate of the liquid crystal cell and size of the liquid crystal cell.

[CLAIM 7] A method for manufacturing a liquid crystal display element, comprising: in a liquid crystal plate recovery station to which a liquid crystal plate is sent from an immersing injection station after injecting a liquid crystal into a liquid crystal cell, controlling a liquid surface of the liquid crystal in the liquid crystal plate made of a transparent member by using liquid surface detecting means such as a transmission type photoelectric switch; automatically supplying the liquid crystal by filling means to an appropriate level in accordance with a signal from the liquid surface detecting means; and sending the liquid crystal plate that stores therein the uniformized liquid crystal to a liquid crystal defoaming vacuum vessel.

[CLAIM 8] A method for manufacturing a liquid crystal display element, comprising: removing a surplus liquid crystal on a liquid crystal cell in which liquid crystal injection has been completed such that the surplus liquid crystal in a vicinity of an injection port of the liquid crystal cell is wiped off

by a soft cleaning tool in atmospheric pressure replaced by an inert gas; and sealing the injection port of the liquid crystal cell using a sealing agent such that the injection port of the liquid crystal cell is sealed by the sealing agent in atmospheric pressure replaced by an inert gas, the sealing step being connected to the step of removing the surplus liquid crystal.

[CLAIM 9] The method for manufacturing a liquid crystal display element according to claim 8, comprising sealing the injection port of the liquid crystal cell using the sealing agent such that the sealing agent, which is an ultra violet ray curable resin, is applied to the injection port of the liquid crystal cell in atmospheric pressure replaced by an inert gas, after which the sealing agent is cured by irradiating an ultra violet ray.

#### [DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[FIELD OF THE INVENTION] The present invention relates to a manufacturing apparatus and a method for injecting liquid crystal into a liquid crystal display element.

[0002]

[PRIOR ART] In the manufacturing of a liquid crystal display element, the step of injecting liquid crystal into the liquid crystal cell is an important step, having a direct effect on display quality and yields. As a method for injecting liquid crystal into the liquid crystal cell, a vacuum injection technique is the most common.

[0003] In a conventional vacuum injecting technique, a liquid crystal cell and a liquid crystal are provided in a vacuum vessel, and the inside of the vacuum vessel is vacuumized to a pressure of the order of  $10^{-3}$  Torr. Thereafter, the injection port of the liquid crystal cell is immersed in the liquid crystal, and the pressure inside the vacuum vessel is recovered to atmospheric pressure. Thus, the liquid crystal is injected with the use of pressure difference between the inside and outside of the liquid crystal cell and the capillarity of the fine spacing (gap) of the liquid crystal cell.

[0004] This conventional system has had the following problems resulting from the upsizing of the liquid crystal cell and the use of, for example, a flexible film substrate in place of a glass substrate for a liquid crystal cell substrate. That is, at the time of liquid crystal injection into the liquid crystal cell, bubbles may be left inside the liquid crystal cell, time required for the injection may become long, and display quality may not be steadily secured depending on conditions in which liquid crystal is injected.

[0005] Removing moisture and impurities existing inside the liquid crystal cell with sufficiently negative pressure (in a vacuum state) is necessary for inhibiting bubbles from being left and generated (bubbles generated by the application of an electric field) after the injection, and is performed in advance before liquid crystal injection. Conventionally, the removal is performed not in a vacuum injecting vessel but in a separate vessel as a separate deaeration step using a clean oven or by a vacuum deaeration technique. This conventional method may allow the sufficiently deaerated and degassed liquid crystal cell to be exposed to atmosphere again, and thus allow re-adhesion of moisture and the like and pressure recovery inside the cell. Thus, the conventional method has problems disadvantageous to the efficiency of the subsequent vacuum injecting step and to securing quality.

[0006] In addition, when the injection port of the liquid crystal cell is immersed in liquid crystal, the liquid crystal cell is left in the air so that no bubbles are left in the cell during the injection. At this time, the problem of adhesion and transmission of moisture and air components occurs especially when a flexible film is used as the liquid crystal cell. Furthermore, after the completion of the injection, the injection port is sealed with a sealing agent. At this time, wiping off a surplus liquid crystal in the vicinity of the injection port, applying a sealing agent, and curing an ultraviolet curable resin in the air cause air components and other impurities to invade and bubbles to be left in the liquid crystal cell.

[0007] In addition, in the deaeration step of the liquid crystal cell before

liquid crystal injection, vacuum evacuation conventionally performed under  $10^{-3}$  to  $10^{-4}$  Torr was not sufficient for eliminating impurities such as moisture, and thus it was difficult to greatly shorten deaeration time in the case of a large quantity of cell substrates and film substrates. Furthermore, the following problem exists. Since there were no means by which to know the deaeration conditions (deaeration effect) of the cell, the deaeration step was needlessly continued in spite that the deaeration had been sufficiently done.

[0008] Deaeration (defoaming) of air existing in liquid crystal is conventionally performed in a vacuum of the order of  $10^{-2}$  to  $10^{-4}$  Torr. When vacuum evacuation is continued for a long time after air existing and dissolved in liquid crystal has been eliminated, a liquid crystal component volatilizes, causing contamination inside the vacuum vessel and unnecessary exhaustion of the liquid crystal. In view of this, vacuum evacuation for defoaming needs to be performed as follows. Vacuum evacuation for defoaming is proceeded slowly (slow evacuation) in the beginning of drawing, lest foams generated from the liquid crystal burst and the liquid crystal is scattered, and then evacuation rate is gradually increased to quickly perform defoaming. Furthermore, the volatilization of the liquid crystal is prevented lest a liquid crystal component changes its composition.

[0009] In addition, in a conventional defoaming step of liquid crystal, in order to promote the elimination of existing and dissolved air, a magnetic stirrer was used during vacuum evacuation. This, however, would rather scatter small bubbles, causing a tendency of extending defoaming time.

[0010] In the case of injecting liquid crystal into a liquid crystal cell made of a large liquid crystal cell substrate, especially of a flexible substrate, when the liquid crystal cell is put inside the vacuum vessel, the liquid crystal cell may be expanded or contracted because of the pressure difference between the inside and outside of the liquid crystal cell, causing nonuniformities in the injected liquid crystal. Since injection nonuniformities affect display

quality, the cell needs to be held with a uniform distance therebetween lest the gap inside the liquid crystal cell greatly changes when injecting the liquid crystal.

[0011] When liquid crystal is injected into the liquid crystal cell, in the beginning of injection, the surface tension of the liquid crystal cell gap and the liquid crystal makes the liquid crystal enter the liquid crystal cell that is placed in the vacuum vessel and is turned into a sufficiently pressure-reduced (vacuum) state. At this time, if pressure recovery (leakage of the inside of the vacuum vessel) was performed suddenly, this caused such problems that gap agents, diffused to uniformize the distance between the liquid crystal cell, were moved, and that the injection of the liquid crystal was not even. It was difficult to control, especially when using a flexible film substrate or a large substrate as the cell, pressure recovery rate (leakage rate) and time to complete the injection, causing a problem of easily leaving bubbles.

[0012] In addition, conventionally, after liquid crystal injection into the liquid crystal cell, a surplus liquid crystal was wiped off, and the injection port was sealed by a sealing agent. These steps were performed in the air, allowing the admission of air through the injection port at the time of wiping off a surplus liquid crystal, and the invasion of foreign matter and air at the time of applying the sealing agent. This often caused a defective sealing, making it impossible to secure stable quality. Furthermore, the ultraviolet curable resin is susceptible to moisture and oxygen contained in air, especially moisture causing quality deterioration with age.

[0013]

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION] It is an object of the present invention to provide a method and an apparatus with which each of the sequential steps of from deaerating the liquid crystal cell and defoaming liquid crystal to sealing the injection port of the liquid crystal cell can be performed in-line in vacuum or in an atmospheric-pressure environment



(replaced by an inert gas in certain steps). It is another object of the invention to provide an excellent procedure to each of the steps associated with the injection of liquid crystal into the liquid crystal cell.

[0014] It is further an object of the invention to provide means by which the treatments in the steps of removing a surplus liquid crystal and sealing the injection port can be also performed in an environment without exposure to air and moisture, after, in a vacuum environment, deaerating the liquid crystal cell, defoaming the liquid crystal, and injecting the liquid crystal, and by which a high quality liquid crystal cell can be manufactured.

[0015] It is still a further object of the invention to mass-produce a liquid crystal display element and to provide an efficient deaeration step of the liquid crystal cell with minimum cost, a secure and quick defoaming step of applying vibrations without scattering bubbles existing in liquid crystal while preventing the change in composition of a liquid crystal component, a liquid crystal injecting step in which the gap between the liquid crystal cell substrates can be uniformized at the time of injecting the liquid crystal, a liquid crystal plate injecting station for uniformizing the liquid surface of a liquid crystal plate used in injecting liquid crystal into the liquid crystal cell, and a surplus liquid crystal removing step and a sealing step, both of which can be performed in an environment without moisture and oxygen.

[0016]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS] In order to solve the foregoing problems, there is provided an apparatus for manufacturing a liquid crystal display element, the apparatus injecting a liquid crystal into a liquid crystal cell with the use of pressure difference between an inside and outside of the liquid crystal cell and capillarity, thereby forming the liquid crystal display element, the apparatus comprising: a liquid crystal injecting vacuum vessel in which the liquid crystal is injected into the liquid crystal cell, the liquid crystal injecting vacuum vessel being connected with a liquid crystal cell deaeration vacuum vessel for heating and deaerating the liquid crystal cell, a

liquid crystal defoaming vacuum vessel for vacuum-defoaming the liquid crystal, and an immersing injection station for leaving the liquid crystal cell immersed in the liquid crystal, the immersing injection station being provided with a surplus liquid crystal removing vessel for, in atmospheric pressure replaced by an inert gas, separating the liquid crystal cell and a liquid crystal plate sent from the immersing injection station and for removing a surplus liquid crystal, and a sealing vessel for sealing a liquid crystal injection port of the liquid crystal cell; and a liquid crystal plate recovery station for uniformizing an amount of the liquid crystal in the separated liquid crystal plate and for sending the liquid crystal in the liquid crystal plate to the liquid crystal defoaming vacuum vessel, the apparatus wherein each of the steps of heating and deaerating the liquid crystal cell, defoaming the liquid crystal, injecting the liquid crystal, removing the surplus liquid crystal, and sealing the injection port is performed in-line in a vacuum environment or in atmospheric pressure replaced by an inert gas.

[0017] In the present invention, a step of deaerating a liquid crystal cell may be such that the liquid crystal cell is disposed in a vacuum of  $10^{-4}$  to  $10^{-5}$  Torr, in order to heat and deaerate the liquid crystal cell using non-contact type heating means such as an infrared light lamp and to remove remaining material such as moisture in a short period of time using a high vacuum exhaust pump with high capacity, an exhaust gas component contained in the air removed by the deaeration is detected, thus completing the deaeration treatment step, and the liquid crystal cell is sent to a vacuum injecting step.

[0018] In the present invention, a step of defoaming a liquid crystal filled in a liquid crystal plate may be such that vacuum evacuation rate in an early stage of vacuum evacuation is increased, in order to, in a vacuum of  $10^{-2}$  to  $10^{-3}$  Torr, quickly defoam air bubbles mainly consisting of air existing and dissolved in the liquid crystal, a volatilizing liquid crystal component is monitored using a mass spectrometer, and the defoaming treatment step is

completed based on the monitoring, thus minimizing an amount of volatilization of the liquid crystal, and that a vibration is applied to the liquid crystal in the liquid crystal plate by a supersonic wave in a vacuum environment, and smooth-faced minute steel balls non-reactive to the liquid crystal are included in the liquid crystal in order to accelerate the defoaming of air bubbles contained in the liquid crystal, thereby performing the defoaming in a short period of time.

[0019] In the present invention, a step of injecting a liquid crystal into a liquid crystal cell in vacuum may be such that one liquid crystal cell or a plurality of liquid crystal cells is (are) supported by a liquid crystal cell storage jig capable of holding with a predetermined and even holding power, the liquid crystal cell storage jig for supporting the liquid crystal cell(s) having at least three pressing portions and pressure detectors each positioned in correspondence with the pressing portions, feeding back each pressure datum of the pressure detectors to the pressing portions, thereby maintaining even surface pressure of the liquid crystal cells and uniformizing cell gap.

[0020] In the present invention, a step of injecting a liquid crystal into a liquid crystal cell in vacuum may be such that: the liquid crystal cell is disposed in a liquid crystal injecting vacuum vessel with pressure therein maintained at from  $10^{-3}$  to  $10^{-4}$  Torr, in order to immerse an injection port of the liquid crystal cell in the liquid crystal filled in a liquid crystal plate sent from a liquid crystal defoaming vacuum vessel, after which pressure in the liquid crystal injecting vacuum vessel is recovered to or beyond atmospheric pressure, during which a change in pressure from a vacuum state to a pressure recovery state is monitored by an absolute pressure vacuum indicator; the liquid crystal is inserted into the liquid crystal cell slowly at first by surface tension; pressure in the liquid crystal injecting vacuum vessel is gradually recovered by reducing vacuum degree in the vessel using a gas such as an inert gas introduced little by little into the vessel; and

pressure recovery rate is gradually increased, the method wherein time and pressure recovery rate is program-controlled in accordance with properties of a substrate of the liquid crystal cell and size of the liquid crystal cell.

[0021] In the present invention, in a liquid crystal plate recovery station to which a liquid crystal plate is sent from an immersing injection station after injecting a liquid crystal into a liquid crystal cell, a liquid surface of the liquid crystal in the liquid crystal plate made of a transparent member may be controlled by using liquid surface detecting means such as a transmission type photoelectric switch, the liquid crystal may be automatically supplied by filling means to an appropriate level in accordance with a signal from the liquid surface detecting means, and the liquid crystal plate that stores therein the uniformized liquid crystal may be sent to a liquid crystal defoaming vacuum vessel.

[0022] In the present invention, a step of removing a surplus liquid crystal on a liquid crystal cell in which liquid crystal injection has been completed may be such that the surplus liquid crystal in a vicinity of an injection port of the liquid crystal cell is wiped off by a soft cleaning tool in atmospheric pressure replaced by an inert gas; and a step of sealing the injection port of the liquid crystal cell using a sealing agent may be such that the injection port of the liquid crystal cell is sealed by the sealing agent in atmospheric pressure replaced by an inert gas, the sealing step being connected to the step of removing the surplus liquid crystal.

[0023]

[OPERATION] With the construction of the present invention, each of the steps of from deaerating the liquid crystal cell and defoaming liquid crystal to sealing the injection port of the liquid crystal cell is performed in-line in vacuum or in an environment replaced by an inert gas. Thus, there is no exposure to air and moisture in the surplus liquid crystal removing step and the sealing step of the injection port, making it possible to obtain a liquid crystal display device excellent in quality in the case of a large size liquid

crystal cell substrate and a flexible substrate.

[0024]

[EMBODIMENT] The embodiment of the present invention will be described below based on the drawings. Fig. 1 schematically shows the entire apparatus of the present invention. In the drawing is shown the configuration of the apparatus for performing in-line the liquid crystal injecting step according to the present invention, including the steps of deaerating and degassing the liquid crystal cell, defoaming liquid crystal, injecting the liquid crystal into the liquid crystal cell, sealing the injection port of the liquid crystal cell, and the like.

[0025] A vacuum vessel B (hereinafter referred to as a liquid crystal injecting vacuum vessel) in which liquid crystal is injected into the liquid crystal cell is connected with a vacuum vessel A (hereinafter referred to as a liquid crystal cell deaeration vacuum vessel) for deaerating and degassing the liquid crystal cell, a vacuum vessel C (hereinafter referred to as a liquid crystal cell defoaming vacuum vessel) for defoaming the liquid crystal put in a liquid crystal plate in a predetermined amount, and an immersing injection station D for completely injecting the liquid crystal into the liquid crystal cell. The immersing injection station D is connected with a vessel E (hereinafter referred to as a surplus liquid crystal removing vessel) for removing a surplus liquid crystal. The surplus liquid crystal removing vessel E is connected with a vessel F (hereinafter referred to as a sealing vessel) for sealing the injection port of the liquid crystal cell and a liquid crystal plate recovery station G to which the liquid crystal plate is sent. The other end of the liquid crystal plate recovery station G is connected to the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C.

[0026] First, the construction and operation of the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A will be described. The degree of vacuum of a liquid crystal cell 1 disposed in the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A is made of the order of  $10^{-5}$  Torr by a high vacuum and high capacity

vacuum elimination system 2 of which the major pump is a cryopump (or a turbo molecular pump). Under this vacuum degree, the liquid crystal cell 1 is deaerated and degassed. Even in the case of a high amount of moisture to be eliminated, the degree of vacuum is  $10^{-4}$  Torr. Reference numeral 3 refers to a vacuum valve.

[0027] Under such a vacuum condition, the liquid crystal cell 1 is evenly heated by an infrared heating lamp 4 disposed in the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A within a temperature range where the material of the liquid crystal cell does not physically and chemically change its properties. Thus, impurities such as moisture existing inside and outside the liquid crystal cell 1 are removed. At the same time, the inside of the liquid crystal cell is vacuumized. Reference numeral 5 refers to the power supply for driving the infrared heating lamp 4. The liquid crystal cell 1 is set to an injecting jig, which will be described later. The heating temperature of the liquid crystal cell may be one described above in the case of plastic. In the case of glass, however, the liquid crystal may be heated to a temperature higher than that for plastic, i.e., to a temperature of around  $100^{\circ}\text{C}$ .

[0028] The degree of vacuum of the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A is measured by an ionization vacuum gage 6, and the opening of a valve 7 connects the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A to a mass spectrometer 8, by which gas analysis inside the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A is performed. Fig. 11 is a graph showing a change with time in the degree of vacuum monitored by the ionization vacuum gage 6 and of the ion current of the mass spectrum of  $\text{H}_2\text{O}^+$  monitored by the mass spectrometer 8. Using this graph, it is sensed that the degree of vacuum and the partial pressure degree of  $\text{H}_2\text{O}$  have decreased in a certain time to respective levels lower than the preliminarily set levels. Thus, the treatments associated with the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A are terminated. In Fig. 1, a rough (vacuum) evacuation

system and a leak valve attached to the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A are omitted.

[0029] Next, the construction and operation of the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C will be described. Concurrently with the treatments associated with the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A, a liquid crystal plate 9 recovered from the liquid crystal plate recovery station G and having an appropriate level of the liquid surface of liquid crystal is sent to the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C. The liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C is vacuum-evacuated to the range of  $10^{-1}$  to  $10^{-4}$  Torr by a mechanical booster pump evacuation system 10.

[0030] At this time, gas analysis inside the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C is performed by the mass spectrometer 8, thereby detecting  $O_2$ , which is an air component,  $H_2O$ , which is moisture, and a liquid crystal component fragment. The change with time of them is monitored, an example of which is shown in Fig. 12. As shown in the figure, it is sensed that the partial pressures of  $O_2$  and  $H_2O$  have decreased to respective levels lower than certain set levels, and that the fragment ion of the liquid crystal component has begun to largely increase. By performing the sensing, the degree of vacuum is controlled and the liquid crystal component is prevented from volatilizing. A diaphragm vacuum gage 11 is used for controlling the degree of vacuum such that a variable conductance valve 13 is controlled by a pressure controller 12.

[0031] The gas analysis inside the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C is performed as follows. Since the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C is an area in which the mass spectrometer 8 cannot be directly used in vacuum, differential evacuation is performed using a turbo molecular pump evacuation system 15 with a gas introduced upon the opening of a valve 14. In the case of not using the differential evacuation technique, a valve 16 is closed. Note that when gas analysis is performed

concurrently during the treatments associated with the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A and the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C, a valve 7 and the valve 16 are switched therebetween during the analysis.

[0032] Thus, the liquid crystal defoaming step according to the present invention is performed in vacuum, thereby, when controlling the process of vacuum evacuation using a variable conductance valve, making it possible to remove air existing and dissolved in liquid crystal without the scattering and volatilization of the liquid crystal, and to perform the defoaming step quickly. Also, gas analysis using a mass spectrometer detects the fragment ion of a volatilization component of the liquid crystal, thereby making it possible to control the vacuum evacuation process without liquid crystal volatilization, and to prevent the liquid crystal from changing its component in order to stabilize quality.

[0033] With reference to Fig. 6, the overview of the defoaming and deaeration of a liquid crystal 17 performed in the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C will be described. Minute steel balls 29 are included in the liquid crystal 17 filled in the liquid crystal plate 9. Under the liquid crystal plate 9, a supersonic wave generator 30 is disposed to apply a supersonic wave to the liquid crystal 17 having included therein the minute steel balls 29. At this time, it is possible to provide a heating apparatus in the vacuum vessel C and to defoam the liquid crystal while heating it. This is useful especially for a ferroelectric liquid crystal. As the minute steel ball 29, a steel ball with a diameter of 0.2 to 0.8 mm that has a very smooth surface and is non-reactive to liquid crystal can be used, examples of which including aluminium, Teflon, and the like. The specific gravity of such a steel ball is preferably heavier to some degree than the liquid crystal. Thus, at the time of defoaming the liquid crystal, a vibration generated by a supersonic wave and an appropriate increase in temperature resulting from the vibration make it possible to remove air existing and dissolved in the liquid crystal



without bubbles left therein.

[0034] Next, the construction and operation of the liquid crystal injecting vacuum vessel B will be described. The liquid crystal cell 1 (one that is set to the injecting jig) that has been treated in the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel A and the liquid crystal plate 9 having filled therein the liquid crystal 17 that has been treated in the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel C are sent respectively through gate valves 18a and 18c to the liquid crystal injecting vacuum vessel B that is preliminarily vacuum-evacuated to a vacuum of  $10^{-3}$  to  $10^{-4}$  Torr, and are put into place in a manner shown in Fig. 1. The liquid crystal injecting vacuum vessel B is vacuum-evacuated by a turbo molecular pump evacuation system 19. In Fig. 1, a rough evacuation system and a leak valve of the liquid crystal injecting vacuum vessel B are omitted. Reference numeral 20 refers to a vacuum valve.

[0035] The liquid crystal cell 1, as shown in Fig. 2(a), is supported by injecting jigs 21a to 21c. In Fig. 2, the liquid crystal cell 1 is held through a buffer seat 22 for maintaining a certain gap between the liquid crystal cell and for uniformizing surface pressure at the time of pressing, and at both sides of the liquid crystal cell 1, the injecting jigs 21a to 21c are disposed. As shown in Fig. 2(b), the position of the liquid crystal plate 9 is adjusted so that the injection port of the liquid crystal cell 1 is immersed in the liquid crystal 17.

[0036] The liquid crystal cell 1 has such a sectional view seen from the front as shown in Fig. 3, where reference numeral 1a refers to the area into which liquid crystal is injected, 1b to a sealing portion, and 1c to an injection port. On one side of the injecting jigs 21a to 21c located at both sides of the liquid crystal cell 1 composed of a flexible substrate, at least three pressure detectors 23 are disposed as shown in Fig. 4. The pressure detectors 23 maintain a certain total pressure of the plane of the liquid crystal cell 1, and control for even pressure distribution of the plane of the liquid crystal cell 1

at the time of pressing. Reference numeral 24 refers to a part of a jig for pressing provided on the other side of the injecting jigs 21a to 21c. Although the pressing of the liquid crystal is useful in the case of a flexible film substrate, it is also useful for a glass substrate.

[0037] Fig. 5 shows an example of a method for pressing the liquid crystal cell 1. In Fig. 5 is shown a structure in which press-pressure is made possible in vacuum. Reference numeral 25 refers to a rotary introducer for vacuumization, 26 to a coupling, and 27 to a screw portion. The rotation of the rotary introducer for vacuumization is converted into rectilinear motion for pressing. When a signal from the pressure detectors 23 of the injecting jigs 21 is imparted to the rotary introducer for vacuumization 25 disposed outside a wall portion 28 of the vacuum vessel, the predetermined screw portion 27 moves back and forth, thereby making the jig 24 for pressing operate to uniformize pressure throughout the liquid crystal cell.

[0038] As described above, by securing evenness in surface pressure in a certain amount by the pressing means at the time of the injection treatment, especially such drawbacks can be overcome that with the upsizing of cell size resulting from the use of a large size cell substrate and a flexible film substrate, the inconsistent density of liquid crystal appears at the time of injection, and cell gap is easy to become uneven. With these problems overcome, the display quality of a liquid crystal display device can be stabilized. In the present invention, before injection, in vacuum, it is possible to secure evenness in pressing stress with respect to the plane of the liquid crystal cell, the inside of which is in a pressure-reduced state. Thus, it is possible to set accurate injecting conditions (press-injection).

[0039] In the liquid crystal injecting vacuum vessel B, as shown in Fig. 2(b), after immersing an injection port 1c of the liquid crystal cell 1 in the liquid crystal 17, pressure is recovered from vacuum to atmospheric pressure (alternatively, to a pressure slightly above atmospheric pressure) sequentially as shown in Fig. 13. First, during time  $T_1$ , as shown in Fig. 13,

the pressure of the liquid crystal injecting vacuum vessel B that is vacuum-evacuated to  $10^{-4}$  Torr recovers with a gas introduced slowly. During time  $T_2$ , the leak rate of the gas is increased, and during time  $T_3$ , the leak is again made slow. Then, during time  $T_4$ , pressure is recovered to atmospheric pressure relatively quickly. As necessary, during time  $T_5$ , pressure is further pressurized above atmospheric pressure. This is a basic sequential pattern; it is open to change according to the kind of liquid crystal and the size of a liquid crystal cell substrate. Referring to Fig. 1, reference numeral 41 refers to a variable flow leak valve that controls a pressure controller 43 using a vacuum gauge 42, making it possible to introduce a gas as described above.

[0040] Thus, in the present invention, pressure recovery is controlled according to liquid crystal cell size, thereby making it possible to, without causing the movement of the gap agent, inject liquid crystal evenly into all the areas of the liquid crystal cell and to eliminate bubbles left at the time of injection. Also, in addition to controlling time for the step of recovering pressure from vacuum to atmospheric pressure or to a pressure slightly above atmospheric pressure, the step is varied according to liquid crystal cell size by a sequential program of pressure (including vacuum degree) and time, thereby making it possible to mass produce a liquid crystal display element.

[0041] In the liquid crystal injecting vacuum vessel B, after injecting the liquid crystal 17 into the liquid crystal cell 1 by a vacuum injection technique, the liquid crystal 17 is completely injected into the liquid crystal cell 1. Then, in order to avoid leaving bubbles, the liquid crystal cell 1 that is in the state of being immersed in the liquid crystal 17 is sent to the immersing injection station D through a gate valve 18b for separating air and atmospheric pressure. Through the immersing injection station D, the liquid crystal cell 1 is transmitted for at least three hours with its injection port 1c immersed in the liquid crystal 17 in a nitrogen gas flow or a clean environment replaced by a nitrogen gas.

[0042] After finishing injecting the liquid crystal into the liquid crystal cell 1 completely in the immersing injection station D, the liquid crystal cell 1 and the liquid crystal plate 9 are sent to the surplus liquid crystal removing vessel E through a gate valve 18d. In the surplus liquid crystal removing vessel E, after slow evacuation using a rotary pump evacuation system 31, in an environment replaced by an inert gas, the liquid crystal plate 9 is separated from the liquid crystal cell 1, and a surplus liquid crystal 17a attached to the liquid crystal cell 1 can be wiped off in a soft manner by revolving a roller 32 as shown in Fig. 7. Reference numeral 44 refers to a vacuum valve. The liquid crystal cell 1 that has had the surplus liquid crystal 17a wiped off is sent to the sealing vessel F through a gate valve 18e. Thereafter, the liquid crystal plate 9 is sent to the liquid crystal plate recovery station G through a gate valve 18f.

[0043] In the liquid crystal plate recovery station G, as shown in Fig. 8, transmissive photoelectric switches 33a and 33b, and 34a and 34b disposed on both sides of the liquid crystal plate 9 that allows transmission therethrough set the upper and lower surface levels of the liquid crystal 17 of the liquid crystal plate 9. When the liquid surface of the liquid crystal is lower than the set lower surface level, the liquid crystal 17 is supplied by replenishing means 35 such as a dispenser. The supply is performed within a range such that the liquid surface does not exceed the set upper surface level.

[0044] In the liquid crystal plate recovery station according to the present invention, the amount of the liquid crystal in the liquid crystal plate is detected automatically using non-contact means, and the liquid crystal is automatically replenished, thereby making it possible to perform liquid surface control, which is required at the time of injection, without human intervention, and to contribute to the automatization of the step of injecting the liquid crystal. In addition, liquid crystal to be replenished generally has air existing and dissolved therein, and, therefore, control of the liquid

surface of the liquid crystal and replenish thereof need not be performed in a vacuum vessel; they should be performed in a clean environment such as a clean tunnel. From such a liquid crystal plate recovery station, the liquid crystal plate along with the liquid crystal is sent to the vacuum vessel for defoaming liquid crystal.

[0045] In the sealing vessel F, after immersing the injection port 1c of the liquid crystal cell 1 in a sealing agent 36 as shown in Fig. 9, the sealing agent 36 attached to the injection port 1c is cured by an irradiation light 38 of a UV light source lamp 37 in atmospheric pressure replaced by an inert gas as shown in Fig. 10. Thus, the injection port 1c is sealed. Reference numeral 39 refers to a blocking plate for preventing a UV irradiation light from impinging against a portion other than the sealing agent, and thus for preventing the liquid crystal and the substrate from changing their properties. Note that although the sealing vessel F is vacuum-evacuated by a rotary pump evacuation system 40, a leak system is not shown. Reference numeral 45 refers to a vacuum valve and 46 to the power supply of the UV light source lamp.

[0046] As has been described above, in the present invention, the surplus liquid crystal 17a attached in the vicinity of the liquid crystal cell injection port 1c is wipe off as follows. After slow evacuation using a vacuum pump, an inert gas (e.g.,  $N_2$  gas) is introduced from a gas introduction system, which is not shown, in order to have atmospheric pressure. Then, the sponge roller 32 is brought into contact with the vicinity of the end of the injection port to suck the surplus liquid crystal attached in the vicinity of the injection port. Thereafter, in the atmospheric-pressure environment with the same inert gas, the injection port is immersed in the sealing agent, or the sealing agent is applied to the injection port by applying means such as a dispenser, thereby performing complete sealing with air prevented from invading the liquid crystal cell. Besides the invasion of air into the liquid crystal cell, the inclusion of moisture and impurities, which are the main

causes of change of properties with time for a display element, can be prevented in vacuum.

[0047]

[EFFECTS OF THE INVENTION] With the construction of the present invention, the following advantageous effects can be obtained. Each of the steps of deaerating and degassing the liquid crystal cell, defoaming and vacuum-injecting liquid crystal, immersing the liquid crystal, applying a sealing agent, curing the sealing agent, and the like is treated in-line in vacuum or in an environment replaced by an inert gas by connecting the vacuum vessels, and thus each of the steps associated with the liquid crystal cell from deaerating the liquid crystal cell to sealing the injection port can be treated in successive movement. This eliminates the following problems: contact to air and moisture throughout the steps, the leaving-behind of bubbles and uneven color tone caused by inconsistent density of the liquid crystal in the case of a large size cell substrate and a flexible film substrate, the inclusion of moisture and impurities into the cell, and a defective sealing portion. With these drawbacks eliminated, a liquid crystal display element stable in quality without the above problems can be obtained.

[0048] In addition, with the construction of the present invention, the liquid crystal cell is evenly heated, deaerated, and degassed in high vacuum by non-contact type heating means. This has the following advantageous effects: the inside of the cell can be turned into a pressure-reduced (vacuum) state with less impurities such as moisture when injecting liquid crystal, making it possible to secure a display element with stable quality; and a mass spectrometer performs gas analysis of the cell and informs of the termination of the deaeration and degassing in order to efficiently deaerate and degas the cell, thereby improving productivity.

[0049] Furthermore, in the present invention, the defoaming of liquid crystal in vacuum has the following advantageous effects: air existing and dissolved in the liquid crystal can be removed without the scattering and volatilization

of the liquid crystal; the liquid crystal can be defoamed quickly; the liquid crystal can be prevented from changing its component, thereby stabilizing the quality of the liquid crystal display element; and in the defoaming of the liquid crystal, vibrations generated by a supersonic wave and an appropriate increase in temperature resulting from the vibrations make it possible to remove air existing and dissolved in the liquid crystal without bubbles left therein.

[0050] In the liquid crystal injecting step according to the present invention, there are the following advantageous effects: even in the case of a large size cell substrate, evenness in surface pressure in a certain amount can be secured by pressing means at the time of pressing, thereby stabilizing display quality; and pressure recovery is controlled according to liquid crystal cell size, thereby making it possible to, without causing the movement of the gap agent, inject liquid crystal evenly into all the areas of the liquid crystal cell and to eliminate bubbles left at the time of injection.

[0051] In the liquid crystal plate recovery station according to the present invention, there are the following advantageous effects: a decrease in liquid crystal in the liquid crystal plate is detected automatically by non-contact means, and the liquid crystal is automatically replenished, thereby making it possible to perform liquid surface control, which is required at the time of injection, without human intervention, and to contribute to automatization of the step of injecting the liquid crystal. In addition, there are the following advantageous effects associated with the surplus liquid crystal removing step and the sealing step. By performing these steps in atmospheric pressure replaced by an inert gas, air is prevented from invading the liquid crystal cell, thereby preventing the inclusion of moisture and impurities that effect the change of properties with time for a display element.

#### [DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] Fig. 1 is a configuration view schematically showing the entire

manufacturing apparatus of a liquid crystal display element according to the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2(a) is for showing the relationship between the liquid crystal cell and the injecting jig, and Fig. 2(b) is a schematic cross sectional view showing the relationship between the liquid crystal cell and the liquid crystal plate.

[Fig. 3] Fig. 3 is a schematic cross sectional view of the liquid crystal cell.

[Fig. 4] Fig. 4 is a schematic cross sectional view showing the relationship between the pressure detectors provided at an injecting jig located on both sides of the liquid crystal cell and the jig for pressing.

[Fig. 5] Fig. 5 is a schematic cross sectional view showing an example of means for adjusting press-pressure with respect to the liquid crystal cell in a vacuum vessel.

[Fig. 6] Fig. 6 shows an example of the defoaming and deaeration of liquid crystal in the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel.

[Fig. 7] Fig. 7 is a schematic cross sectional view showing an example of means for removing liquid crystal attached to the liquid crystal cell in the surplus liquid crystal removing vessel.

[Fig. 8] Fig. 8 is a schematic cross sectional view schematically showing the detection of the liquid surface of liquid crystal and the replenish of the liquid crystal in the liquid crystal plate recovery station.

[Fig. 9] Fig. 9 is a view for describing the relationship between the injection port of the liquid crystal cell and a sealing agent in the sealing vessel.

[Fig. 10] Fig. 10 shows UV irradiation to the injection port of the liquid crystal cell with a sealing agent attached to the injection port in an atmospheric-pressure atmosphere replaced by an inert gas in the sealing vessel.

[Fig. 11] Fig. 11 is a graph showing the change with time of the degree of vacuum and of the ion current of the mass spectrum of  $\text{H}_2\text{O}^+$  in the liquid crystal cell deaeration vacuum vessel.



[Fig. 12] Fig. 12 shows an example of a graph for controlling the degree of vacuum in the liquid crystal cell defoaming vacuum vessel by detecting  $O_2$ , which is an air component,  $H_2O$ , which is moisture, and a liquid crystal component fragment.

[Fig. 13] Fig. 13 shows an example of a graph showing a change in pressure recovery from vacuum to atmospheric pressure in the liquid crystal injecting vacuum vessel, after immersing the injection port of the liquid crystal cell in liquid crystal.

[DESCRIPTION OF REFERENCE NUMBERS]

- A. Liquid crystal cell deaeration vacuum vessel
- B. Liquid crystal injecting vacuum vessel
- C. Liquid crystal cell defoaming vacuum vessel
- D. Immersing injection station D
- E. Surplus liquid crystal removing vessel
- F. Sealing vessel
- G. Liquid crystal plate recovery station
- 1. Liquid crystal cell
- 2. Vacuum and high capacity vacuum elimination system
- 3. Vacuum valve
- 4. Infrared heating lamp
- 8. Mass spectrometer
- 9. Liquid crystal plate
- 17. Liquid crystal
- 21. Injecting jig
- 23. Pressure detector
- 24. Jig for pressing
- 29. Minute steel ball
- 30. Supersonic wave generator
- 31. Rotary pump evacuation system
- 32. Sponge roller

- 36. Sealing agent
- 37. UV light source lamp

図面中の単語

Fig. 11

電流値 current

質量スペクトル mass spectrum

時間 time

真空度 (圧力) degree of vacuum (pressure)

H<sub>2</sub>O 分圧 partial pressure of H<sub>2</sub>O

Fig. 12

電流値 current

質量スペクトル mass spectrum

時間 time

真空度 (圧力) degree of vacuum (pressure)

O<sub>2</sub> 分圧 partial pressure of O<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>O 分圧 partial pressure of H<sub>2</sub>O

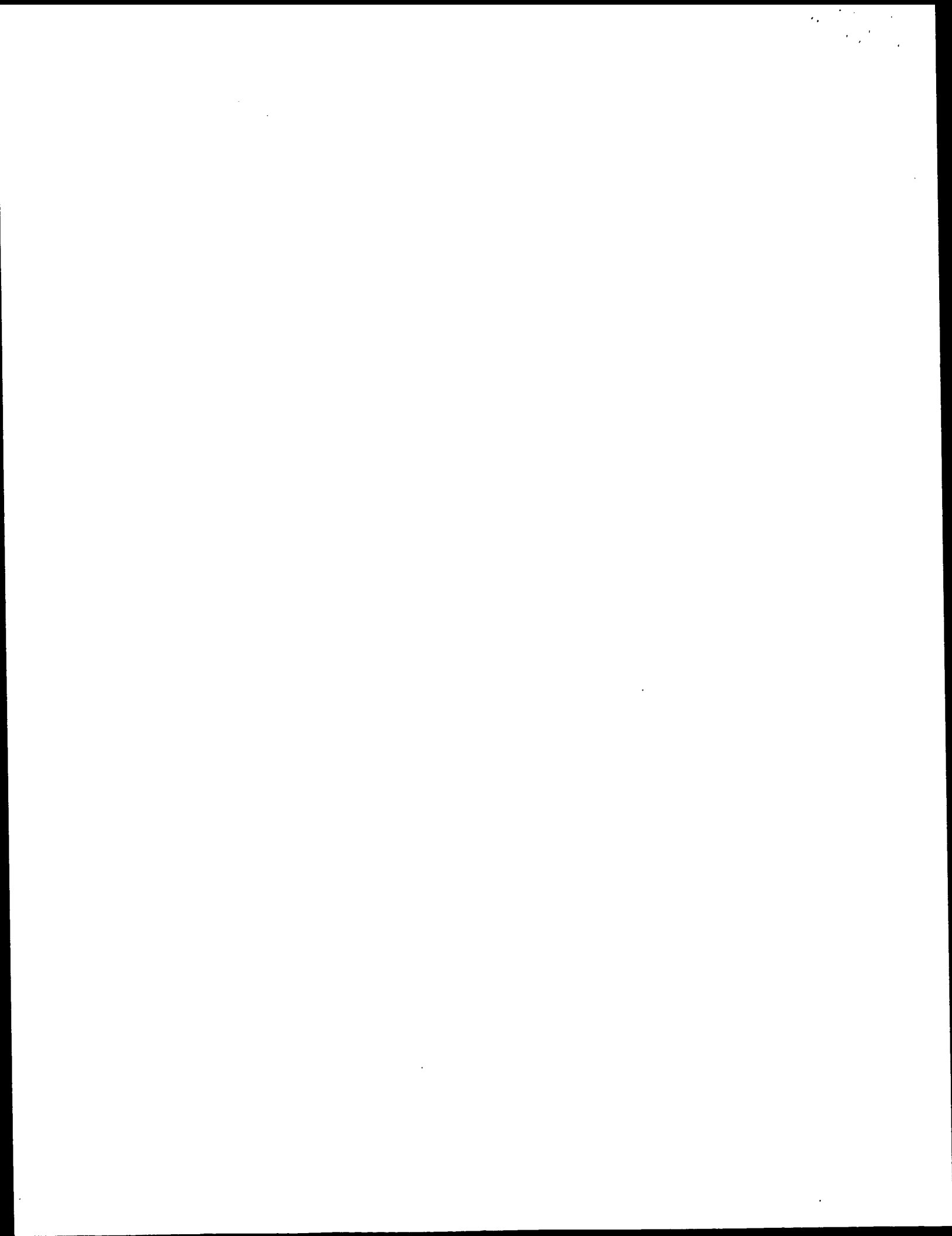
液晶成分フラグメント liquid crystal component fragment

Fig. 13

真空度 degree of vacuum

大気圧 atmospheric pressure

時間 time



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-307160

(43)公開日 平成5年(1993)11月19日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/13	1 0 1	7348-2K		
1/1341		7348-2K		

審査請求 未請求 請求項の数9 (全 10 頁)

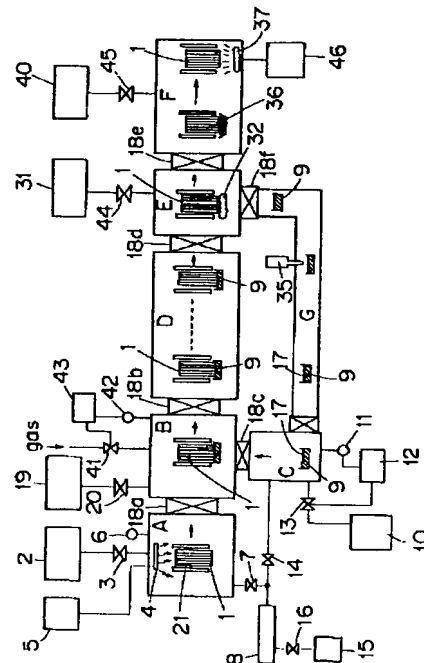
(21)出願番号	特願平4-111445	(71)出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22)出願日	平成4年(1992)4月30日	(72)発明者	田中 正治 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内
		(72)発明者	斉藤 正敏 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内
		(72)発明者	宮口 耀一郎 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内
		(74)代理人	弁理士 瀧野 秀雄 (外2名)

(54)【発明の名称】 液晶表示素子の製造装置及びその方法

(57)【要約】

【目的】 液晶セルの脱気、液晶の脱泡から液晶セルの注入孔の封止までの一連の各工程を、真空または不活性ガス置換された大気圧環境下においてインラインで行なうことができる手段を提供することを目的とする。

【構成】 液晶セルに液晶を注入する真空容器Bには、液晶セル脱気真空容器A、液晶脱泡真空容器C及び浸漬注入ステーションDとを夫々接続し、該浸漬注入ステーションDには、余剰液晶を除去する真空容器E及び封止する真空容器Fを設け、液晶皿の液晶の量を制御して真空容器Cに送る液晶皿回収ステーションGを備え、大型の液晶セル基板において品質の優れた液晶表示素子が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶セル内外の圧力差と毛細管現象を利用して液晶セル内に液晶を注入して液晶表示素子を形成する液晶表示素子の製造装置において、液晶セルに液晶を注入する液晶注入真空容器を設け、該液晶注入真空容器には、液晶セルを加熱脱気する液晶セル脱気真空容器、液晶を真空脱泡する液晶脱泡真空容器、液晶セルを液晶に浸漬させたまま放置する浸漬注入ステーションとを夫々接続し、且つ、該浸漬注入ステーションには、不活性ガス置換した大気圧下において、浸漬注入ステーションから受け渡された液晶セルと液晶皿とを分離し、余剰液晶を除去する余剰液晶除去容器と、液晶セルの液晶注入口を封止する封止容器とを設けると共に、前記分離された液晶皿の液晶の量を所定にして前記液晶脱泡真空容器に送る液晶皿回収ステーションを備え、液晶セルの加熱脱気、液晶の脱泡、液晶の注入、余剰液晶の除去及び注入口の封止の各工程を真空環境下と不活性ガス置換した大気圧下においてインラインで行なうことを特徴とする液晶表示素子の製造装置。

【請求項2】 液晶セルの脱気工程として、液晶セルを $10^{-4}$ Torr $\sim 10^{-5}$ Torrの真空下に配置し、赤外線ランプ等の非接触式加熱手段を用いて加熱脱気させ、高真空大容量排気ポンプにより短時間のうちに水分等の残留分子を離脱させると共に、脱気中の放出ガス成分を検出することにより、液晶セルの脱気処理工程を終了させ、液晶セルを真空注入工程に送ることを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項3】 液晶皿に充填された液晶の脱泡工程として、真空排気の初期における真空排気速度を大きくし、液晶内に溶存している空気を主成分とする気体泡を $10^{-2}$ Torr $\sim 10^{-3}$ Torrの真空下において速かに脱泡すると共に、揮発する液晶成分を質量分析計によって監視し、この監視に基づいて液晶の脱泡処理工程を終了させ、液晶の揮発分を極力抑制することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項4】 液晶皿に充填された液晶の脱泡工程として、真空環境下において液晶皿内の液晶に超音波による振動エネルギーを加えると共に、表面が平滑でかつ液晶と反応しない微小な鋼体球を液晶内に混入し、液晶内に含まれる気体泡の脱泡を促進し、短時間に脱泡を行なうことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項5】 液晶セル内に液晶を真空注入する工程において、1枚もしくは複数枚の液晶セルを一定かつ均一な保持力で保持できる液晶セル収納治具に支持し、液晶セルを支持する液晶セル収納治具は、少なくとも3つの押圧部と、それに対応する位置に圧力検出器を有し、圧力検出器の個々の圧力データ値を押圧部にフィードバックし、液晶セルの面圧力の均一性とセルキャップを一定にすることを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項6】 液晶セル内に液晶を真空注入する工程に

において、液晶注入真空容器の圧力を $10^{-3}$ Torr $\sim 10^{-4}$ Torrに保持した状態で、該液晶注入真空容器内に液晶セルを配置し、液晶脱泡真空容器から送られてきた液晶皿に充填された液晶内に該液晶セルの注入口を浸漬した後、液晶注入真空容器内の圧力を大気圧もしくは大気圧以上に復圧する際に、真空状態からの復圧状態への圧力変化を絶対圧真空計でモニターし、最初は液晶セル内に表面張力によってゆっくり液晶を液晶セル内に侵入させ、少しずつ不活性ガス等のガスを導入して液晶注入真空容器内の真空度を下げながら徐々に復圧し、次第に復圧の速度を大きくし、時間と復圧速度を、液晶セルの基板の性質、液晶セルのサイズ等に応じてプログラム制御することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項7】 液晶セルに液晶を注入した後、浸漬注入ステーションから回収された液晶皿を移送される液晶皿回収ステーションにおいて、透明部材で作られた液晶皿の液晶液面の管理を透過型光電スイッチ等の液面検出手段を用いて行い、前記液面検出手段の信号により適正なレベルまで液晶の補給を充填手段により自動的に行ない、所定の液晶を収容した液晶皿を液晶脱泡真空容器に送ることを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項8】 液晶注入を完了した液晶セルの余剰液晶除去する工程として、不活性ガス置換した大気圧下において液晶セル注入口付近の余剰な液晶を柔らかい清掃具で払拭し、余剰液晶除去する工程に接続された液晶セルの注入口を封止剤により封止する工程として、不活性ガス置換した大気圧下において液晶セルの注入口を封止剤により封止することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項9】 液晶セルの注入口を封止剤により封止する工程として、不活性ガス置換した大気圧下において液晶セルの注入口部分に紫外線硬化型樹脂の封止剤を塗布した後、紫外線を照射し、封止剤を硬化させることを特徴とする請求項8記載の液晶表示素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、液晶表示素子に液晶を注入する際の製造装置及びその方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 液晶表示素子の製造するに際して、液晶セルに液晶を注入する工程は重要な工程であって、表示品質や歩留りに直接影響を与えている。液晶セルに液晶を注入する方法としては真空注入方法が最も一般的である。

【0003】 従来の真空注入方法は、真空容器内に液晶セル及び液晶を設置し、真空容器内の圧力を $10^{-3}$ Torr程度の真空度に保持した後、液晶セルの注入口を液晶に浸漬させ、真空容器内を大気圧に復圧することにより、液晶セル内外の差圧力及び液晶セル内の微小な間隙（ギ

3

ャップ)における毛細管現象によって液晶の注入を行なうものである。

【0004】このような従来方式では、液晶セルの大型化により、また液晶セル基板としてガラス基板以外の、例えば可撓性フィルム基板を用いることにより、液晶セルへの液晶注入に際しては、液晶セル内部に気泡の残留が生じたり、注入に要する時間が長時間となったり、液晶の注入状態により表示品質が定常的に確保できないという問題点があった。

【0005】液晶セル内を充分に負圧(真空状態)にして液晶セル内部の水分や不純物を除去することは、注入後の気泡の残留や発生(電界印加による動作気泡)を抑制するために必要であり、これを液晶の注入前に事前に行っている。従来では、真空注入容器において行わず、別個の脱気工程として、クリーンオープンまたは真空脱気法により別容器で行なっている。このような従来の方法では、充分に脱気、脱ガスした液晶セルを再び大気中に曝すことになり、水分等の再付着やセル内部の復圧により、次の真空注入工程の効率や品質確保に不利となる欠点を有している。

【0006】同様に、液晶セルの注入孔を液晶に浸漬させ、残留気泡を伴うことなく注入を行なうため、空気中においてそのまま放置するが、特に液晶セルが可撓性フィルム基板の場合には水分や空気成分の付着や透過が問題となる。さらに注入が完了したときに注入孔を封止剤によって封止するが、注入孔付近の余剰液晶のふき取りや封止剤塗布、紫外線硬化型樹脂の硬化を空気中で行なうことは、空気成分やその他の不純物の侵入や液晶セル内の気泡残留の原因となっている。

【0007】また、液晶セルの液晶注入前の脱気工程において、従来 $10^{-3}$ Torr $\sim 10^{-4}$ Torrで行ってきた真空排気は、水分等不純物の脱気には不十分であり、大量の大型セル基板やフィルム基板を用いる場合に、脱気時間を大幅に短縮するのは困難であった。更に、セルの脱気状態(脱気効果)を知る手段がないことから、充分に脱気が終了しているにもかかわらず、無益に脱気工程を続けているという欠点を有している。

【0008】液晶内に存在する気体の脱気(脱泡)は、従来、 $10^{-2}$ Torr $\sim 10^{-4}$ Torr程度の真空度において行なっているが、液晶内に溶存する気体が脱離し終った状態で長時間真空排気を続けると液晶の成分が揮発して真空容器内を汚染したり、液晶の余計な消耗の原因となっている。したがって脱泡のための真空排気は引き始めは液晶から発生する泡が破裂して液晶が飛散しないようにゆっくり真空排気(スロー排気)して次第に排気速度を大きくして速かに脱泡を行ない、さらに液晶成分が組成変化しないように揮発分を抑えることが必要である。

【0009】また、液晶の従来の脱泡工程では、溶存気体の脱離を促進するために、真空排気しながらマグネ

4

トスターを用いていたが、これはむしろ小さい気泡

を拡散し脱泡時間が長くなる傾向があった。  
【0010】大型の液晶セル基板、特に可撓性フィルム基板で作られた液晶セル内に液晶を注入する場合、真空容器内に液晶セルを置くと、液晶セル内外圧の差によって液晶セルが膨張、収縮したりして注入された液晶のムラが発生している。注入のムラは表示品質に影響するのでセルを一定間隔で保持し、液晶セル内のギャップが大きく変化しないように注入する必要がある。

【0011】液晶セルに液晶を注入する際に、真空容器内に置かれて充分に減圧(真空)状態にされた液晶セル内部には注入当初は液晶セルギャップと液晶の表面張力によって液晶が入り込む。このとき復圧(真空容器内をリークする)を急激に行なうと、液晶セル内の間隙を一定に保つために散布しているギャップ剤が動いたり、液晶の入り方が均一にならないなどの問題があった。特に可撓性フィルム基板や大型基板のセルでは復圧する場合の速度(リーク速度)や注入を完了するまでの時間の管理が困難で、気泡が残留しやすいなどの問題点があった。

【0012】また、従来、液晶セル内に液晶を注入した後、余剰液晶を拭き取り、注入孔を封止剤を用いて封止していたが、これらの工程はいずれも空気中で行なっており、この場合、余剰液晶の拭き取り時に注入孔から空気が入り込んだり、封止剤塗布時に異物や空気が侵入して封止不良の原因になることが多く、安定した品質を確保することができなかった。更に、紫外線硬化型樹脂は水分や空気中の酸素に対して影響を受け、特に水分については品質の経年劣化の原因となる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述の不具合点を改善するため、液晶セルの脱気、液晶の脱泡の工程から液晶セルの注入孔の封止の工程までの一連の工程を、真空環境下(一部は不活性ガス置換)においてインラインで行なうことができる方法及び装置を提供することを目的とし、液晶セルに液晶を注入するに際しての各工程における優れたやり方を提供することを目的とするものである。

【0014】そして、本発明は、真空の環境下で、液晶セルの脱気、液晶の脱泡、液晶の注入を行った後、余剰液晶の除去、注入孔の封止の各工程においても、空気や水分に触れることのない環境下で処理をすることができ、高品質の液晶表示素子を製造する手段を提供することを目的とする。

【0015】本発明の各工程では、液晶表示素子を大量生産すると共に最小のコストで効率良い液晶セルの脱気工程を提供し、液晶の組成変化を防ぎ、液晶内の気泡を拡散させないで振動エネルギーを加えることにより確実に速く行いうる脱泡工程を提供し、また、液晶注入の際、液晶セルの基板間のギャップを一定に維持することができ液晶注入工程を提供し、更に、液晶セルに液晶

を注入する際に使用される液晶皿の液面を一定に維持する液晶皿注入ステーションを提供し、且つ、水分、酸素を排除した環境下で行う余剰液晶除去及び封止の各工程を提供することを目的とする。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記目的を達成するために、液晶セル内外の圧力差と毛細管現象を利用して液晶セル内に液晶を注入して液晶表示素子を形成する液晶表示素子の製造装置において、液晶セルに液晶を注入する液晶注入真空容器を設け、該液晶注入真空容器には、液晶セルを加熱脱気する液晶セル脱気真空容器、液晶を真空脱泡する液晶脱泡真空容器、液晶セルを液晶に浸漬させたまま放置する浸漬注入ステーションとを夫々接続し、且つ、該浸漬注入ステーションには、不活性ガス置換された大気圧下において、浸漬注入ステーションから受け渡された液晶セルと液晶皿とを分離し、余剰液晶を除去する余剰液晶除去容器と、液晶セルの液晶注入口を封止する封止容器とを設けると共に、前記分離された液晶皿の液晶の量を所定にして前記液晶脱泡真空容器に送る液晶皿回収ステーションを備え、液晶セルの加熱脱気、液晶の脱泡、液晶の注入、余剰液晶の除去、注入孔の封止の各工程を真空環境下と不活性ガス置換した大気圧下においてインラインで行なうことを特徴とするものである。

【0017】また、本発明は、液晶の脱気工程として、液晶セルを $10^{-4}$ Torr $\sim 10^{-5}$ Torrの真空下に配置し、赤外線ランプ等の非接触式加熱手段を用いて加熱脱気させ、高真空大容量排気ポンプにより短時間のうちに水分等の残留分子を離脱させると共に、脱気中の放出ガス成分を検出することにより、液晶セルの脱気処理工程を終了させ、液晶セルを真空注入工程に送ることを特徴とするものである。

【0018】本発明は、液晶皿に充填された液晶の脱泡工程として、真空排気の初期における真空排気速度を大きくし、液晶皿内に溶存している空気を主成分とする気体泡を $10^{-2}$ Torr $\sim 10^{-3}$ Torrの真空下において速かに脱泡すると共に、揮発する液晶成分を質量分析計によって監視し、この監視に基づいて液晶の脱泡処理工程を終了させ、液晶の揮発分を極力抑制することを特徴とし、また、真空環境下において液晶皿内の液晶に超音波による振動エネルギーを加えると共に、表面が平滑でかつ液晶と反応しない微小な鋼体球を液晶皿内に混入し、液晶皿に含まれる気体泡の脱泡を促進し、短時間に脱泡を行なうことを特徴とするものである。

【0019】本発明は、液晶セル内に液晶を真空注入する工程において、1枚もしくは複数枚の液晶セルを一定かつ均一な保持力で保持できる液晶セル収納治具に支持し、液晶セルを支持する液晶セル収納治具は、少なくとも3つの押圧部と、それに対応する位置に圧力検出器を有し、圧力検出器の個々の圧力データ値を押圧部にフィ

ードバックし、液晶セルの面圧力の均一性とセルキャップを一定にすることを特徴とするものである。

【0020】本発明は、液晶セル内に液晶を真空注入する工程において、液晶注入真空容器の圧力を $10^{-3}$ Torr $\sim 10^{-4}$ Torrに保持した状態で、該液晶注入真空容器内に液晶セルを配置し、液晶脱泡真空容器から送られてきた液晶皿に充填された液晶内に該液晶セルの注入孔を浸漬した後、液晶注入真空容器内の圧力を大気圧もしくは大気圧以上に復圧する際に、真空状態からの復圧状態への圧力変化を絶対圧真空計でモニターし、最初は液晶セル内に表面張力によってゆっくり液晶を液晶セル内に侵入させ、少しずつ不活性ガス等のガスを導入して液晶注入真空容器内の真空度を下げながら徐々に復圧し、次第に復圧の速度を大きくし、時間と復圧速度を、液晶セルの基板の性質、液晶セルのサイズ等に応じてプログラム制御することを特徴とするものである。

【0021】更に、本発明は、液晶セルに液晶を注入した後、浸漬注入ステーションから回収された液晶皿を移送される液晶皿回収ステーションにおいて、透明部材で作られた液晶皿の液晶液面の管理を透過型光電スイッチ等の液面検出手段を用いて行い、前記液面検出手段の信号により適正なレベルまで液晶の補給を充填手段により自動的に行ない、所定の液晶を収容した液晶皿を液晶脱泡真空容器に送ることを特徴とするものである。

【0022】本発明は、液晶注入を完了した液晶セルの余剰液晶除去する工程として、不活性ガス置換された大気圧下において液晶セル注入孔付近の余剰液晶を柔らかい清掃具で拭拭し、余剰液晶除去する工程に接続された液晶セルの注入孔を封止剤により封止する工程として、不活性ガス置換された大気圧下において液晶セルの注入孔を封止剤により封止することを特徴とするものである。

#### 【0023】

【作用】本発明の構成により、液晶セルの脱気及び液晶の脱泡から液晶セルの注入孔の封止迄の各工程を、真空下または不活性ガス置換の環境下においてインラインで行うことにより、余剰液晶の除去工程や注入孔の封止工程において空気や水分に触れることがなく、大型の液晶セル基板や可撓性フィルム基板において品質の優れた液晶表示素子を得ることができる。

#### 【0024】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。図1には、本発明の装置全体の概要を示している。本発明の液晶注入工程、すなわち、液晶セルの脱気、脱ガス、液晶の脱泡、液晶セルへ液晶の注入、液晶セルの注入孔の封止等の各工程をインラインで行なう装置の構成図である。

【0025】液晶セルに液晶を注入する真空容器B（以下、液晶注入真空容器という）には、液晶セルの脱気、脱ガスを行う真空容器A（以下、液晶セル脱気真空容器



という)と、液晶皿に所定量の液晶を入れた液晶の脱泡を行う真空容器C(以下、液晶脱泡真空容器という)とが接続されると共に、液晶セル内に液晶を完全に注入する浸漬注入ステーションDが接続され、且つ浸漬注入ステーションDには、液晶皿から液晶セルを分離し、液晶セルに付着した液晶を取り除く容器E(以下、余剰液晶除去容器という)と、該余剰液晶除去容器Eには、液晶セルの注入孔を封止する容器F(以下、封止容器という)と、液晶皿が送り込まれる液晶皿回収ステーションGとが接続されている。そして、液晶皿回収ステーションGの他端は、前記液晶脱泡真空容器Cに接続されている。

【0026】先ず、液晶セル脱気真空容器Aの構成・作動について説明をする。液晶セル脱気真空容器A内に配置された液晶セル1は、クライオポンプ(またはターボ分子ポンプ)を主ポンプとする高真空大容量真空排除系2により真空度(圧力)を $10^{-5}$ Torr程度とし、液晶セル1の脱気、脱ガスを行なう。真空度は、水分の放出量が多い場合でも $10^{-4}$ Torr程度である。3は真空バルブである。

【0027】そして、そのような真空下において、液晶セル脱気真空容器A内に配置された赤外線加熱ランプ4により液晶セルの素材が物理、化学的に変質しない温度範囲で均一に加熱し、液晶セル1内外の水分等の不純物を取り除くと共に液晶セル内部を真空にする。5は前記赤外線加熱ランプ4を作動させる電源である。液晶セル1は後述する注入治具にセットされている。液晶セルの加熱温度は、プラスチックの場合、前記温度で良いが、ガラスの場合はプラスチックよりも高い温度、例えば $100^{\circ}\text{C}$ 付近まで加熱してもかまわない。

【0028】この液晶セル脱気真空容器Aの真空度は電離真空計6で測定されると共に、バルブ7の開放により、液晶セル脱気真空容器Aと質量分析計8を接続し、質量分析計8で液晶セル脱気真空容器A内のガス分析を行う。図11には、電離真空計6による真空度と、質量分析計8による $\text{H}_2$ 、 $\text{O}^+$ の質量スペクトルのイオン電流値とをモニターし、その時間変化を追ったグラフであり、このグラフにより、一定時間のうちに真空度、及び $\text{H}_2$ 、 $\text{O}$ 分圧値が共にあらかじめ設定したレベル以下になったことを検知し、液晶セル脱気真空容器Aでの処理を終了する。液晶セル脱気真空容器Aに付属する粗引(真空)排気系及びリーク弁について図1では省略してある。

【0029】次に、液晶脱泡真空容器Cの構成・作動について説明する。液晶セル脱気真空容器Aにおける処理作業と並行して、液晶皿回収ステーションGから回収され、液晶液面を適正レベルに保った液晶皿9は液晶脱泡真空容器Cに送られてくる。液晶脱泡真空容器Cは、メカニカルブースターポンプ排気系10で $10^{-1}$ ~ $10^{-4}$ Torrの範囲で真空排気される。

【0030】このとき、液晶脱泡真空容器C内のガス分析が質量分析計8により行われ、空気成分の $\text{O}_2$ 及び水分の $\text{H}_2\text{O}$ 及び液晶成分のフラグメントを検出し、その時間変化をモニターする。一例として図12に示されるグラフのように、 $\text{O}_2$ 分圧及び $\text{H}_2\text{O}$ 分圧が一定の設定のレベル以下になり、液晶成分のフラグメントイオンが大きく増加し始めたことを検知することにより、真空度を制御し、液晶成分が揮発することを阻止する。真空度の制御は隔膜真空計11を用い、圧力制御器12によって可変コンダクタンスバルブ13を制御することによって行なわれる。

【0031】液晶脱泡真空容器C内にガス分析において、真空度の状態で質量分析計8を直接使えない領域なので、バルブ14を開いてガスを導入しながらターボ分子ポンプ排気系15を用いて差動排気を行なって分析する。バルブ16は差動排気法を使わない場合は閉じておく。なお、液晶セル脱気真空容器Aと液晶脱泡真空容器Cの処理中に、ガス分析を並行して行なうときはバルブ7とバルブ16を切り換えて分析を行なうようにする。

【0032】以上のように、本発明の液晶脱泡工程を真空中で行なうことにより、コンダクタンス可変バルブを用いて真空排気のプロセスを制御する際に、液晶の飛散、液晶の揮発を伴うことなく液晶に溶存する気体を除去することができ、迅速に脱泡工程を行なうことができる。また、質量分析計によるガス分析により液晶の揮発成分のフラグメントイオンを検出することにより液晶が揮発しないような真空排気のプロセスに制御でき、液晶の成分変化を未然に防ぎ品質の安定化がはかられる。

【0033】液晶脱泡真空容器Cにおける液晶17の脱泡、脱気処理の概要を、図6で説明する。液晶皿9に收容された液晶17には、微小な鋼球29を混入する。そして、液晶皿9の下方に超音波発生器30を配置し、微小な鋼球29を混入した液晶17に超音波を加える。このとき、真空容器C内に加熱機構を設け、加熱しながら脱泡を行なうことも可能であり、特に強誘電液晶の場合は好都合である。前記微小な鋼球29としては、表面が非常に平滑でかつ液晶と反応しない直径0.2~0.8mmの鋼球であり、アルミニウム、テフロン等を使用することができ、その比重は液晶よりやや重いものであることが好ましい。よって、液晶脱泡時において超音波による振動エネルギーとそれによって引き起こされる適度な温度上昇により、液晶に溶存する気体を迅速に残留気泡なく除去することができる。

【0034】次いで、液晶注入真空容器Bの構成・作動について説明する。液晶セル脱気真空容器Aで処理された液晶セル1(注入治具にセットされたもの)及び液晶脱泡真空容器Cで処理された液晶17を收容した液晶皿9は、予め $10^{-3}$ ~ $10^{-4}$ Torrに真空排気された液晶注入真空容器Bに、夫々ゲートバルブ18a、18cを介して送り込まれ、図1の状態に設置される。液晶注入真

空容器Bはターボ分子ポンプ排気系19で真空排気される。真空容器Bの粗引排気系及びリーク系は図1では省略している。20は真空バルブである。

【0035】液晶セル1は、図2(a)に示されるように注入治具21a~21cに支持される。図2において、液晶セル1は、液晶セル間を一定に保ち、押圧時の面圧力を均一にするためのパッファシート22を介して支持され、その両側には、注入治具21a~21cが配置されている。そして、液晶セル1は、図2(b)に示されるように、その注入孔部分を液晶皿9内の液晶17

の内部に浸漬するように液晶皿9の位置が調整される。

【0036】液晶セル1は、図3に示されるような正面からの断面形状をしており、1aは液晶が注入されるエリア、1bはシール部、1cは注入孔を示している。可撓性フィルム基板で構成された液晶セル1の両端に位置する注入治具21a~21cの一方には、図4に示すように、少なくとも3つの圧力検出器23が配置され、該圧力検出器23によって液晶セル1面内の全圧を一定になるように保持すると共に、且つ面内の押圧時の圧力分布を均一にするよう制御する。24は注入治具21a~21cの他方の面に設けられたプレス用の治具の一部である。液晶セルのプレスは可撓性フィルム基板の場合に有効であるが、ガラス基板の場合にも有効である。

【0037】液晶セル1のプレス方法の一例を図5に示している。この図5において、真空中においてもプレス圧力が調整できる構造となっており、25は真空用回転導入器、26はカップリング、27はネジ部であり、真空用回転導入器の回転を、押圧のための直線運動に変える。よって、注入治具21の圧力検出器23からの信号が、真空容器の壁部28の外側に配置された真空用回転導入器25に与えられると、所定のネジ部27が前後に移動し、プレス用治具24は液晶セルの全面にわたり圧力が一定になるように作用する。

【0038】特に、大型セル基板や可撓性フィルム基板によるセルサイズの大型化により、注入時に液晶の濃淡部の発生やセルギャップの不均一が生じ易い欠点は、前述したように、注入処理時の押圧手段で一定の面圧力の均一性を確保することにより、液晶表示素子の表示品質の安定化を図ることができる。本発明では、注入前、真空中において、セル内部を減圧状態にしたまま液晶セルの面内に対する押圧する力の均一性を確保できるので、正確な注入条件(プレス注入)を設定することが可能である。

【0039】液晶注入真空容器Bにおいて、図2(b)に示されるように液晶セル1の注入孔1cを液晶17に浸漬させた後、図13に示されるようにシーケンシャルに真空状態から大気圧(または大気圧より若干加圧した程度の圧力)迄復圧する。図13に示されるように、10<sup>-4</sup>Torrに真空排気された液晶注入真空容器Bの圧力は、まず、時間t<sub>1</sub>の間、ゆっくりガスを導入して復圧

し、時間t<sub>2</sub>の間、ガスのリークレートを大きくし、時間t<sub>3</sub>の間で再び徐々にリークして、更に時間t<sub>4</sub>の間で比較的速く大気圧まで復圧する。そして、必要に応じて時間t<sub>5</sub>の間で大気圧より更に圧力を高める。このシーケンスは基本的なパターンであり、液晶の種類、液晶セル基板の大きさによって変えることができる。図1において、41は可変流量リークバルブであり、該可変流量リークバルブ41は真空計42により圧力制御器43を制御し、ガスを前述のように導入することができる。

【0040】よって、本発明では、液晶セルのサイズに応じて復圧状態をコントロールすることにより、ギャップ剤の移動を引き起こすことなく、液晶を液晶セル内に均一に全ての部分に注入することができ、注入時の残留気泡を無くすることができる。そして、真空中から大気圧もしくは大気圧より高い圧力に復圧する工程を時間管理する以外に、液晶セルのサイズに応じて圧力(真空度も含む)と時間のシーケンシャルなプログラムにより変化させることによって、液晶表示素子の量産化を図ることができる。

【0041】液晶注入真空容器Bにおいて、液晶セル1に液晶17を真空注入法によって注入した後、液晶セル1内に完全に液晶17を注入し、残留気泡を残さないため、液晶17に浸漬した状態にある液晶セル1は、真空と大気圧を仕切るゲートバルブ18bを介して浸漬注入ステーションDに送られる。浸漬注入ステーションDでは、窒素ガスフローまたは窒素ガス置換のクリーン環境下で少なくとも3時間に亘り、液晶セル1の注入孔1cを液晶17に浸漬させたまま送られる。

【0042】浸漬注入ステーションDにおいて、液晶セル1に液晶を完全に注入し終えた後に、液晶セル1と液晶皿9は、ゲートバルブ18dを介して、余剰液晶除去容器Eに送られる。そして、この余剰液晶除去容器Eでは、ロータリーポンプ排気系31でゆっくり排気後、不活性ガス置換した環境下において、液晶皿9を液晶セル1から離し、液晶セル1に付着した余剰液晶17aは、図7に示されるように、スポンジ材質のローラー32を回転して柔らかく拭き取ることができる。44は真空バルブである。余剰液晶17aを拭き取られた液晶セル1は、ゲートバルブ18eを介して封止容器Fに送られる。その後、液晶皿9はゲートバルブ18fを介して液晶皿回収ステーションGに送られる。

【0043】液晶皿回収ステーションGにおいて、図8に示されるように、透過可能な液晶皿9の両側に配置された透過型光電スイッチ33a、33bと34a、34bによって、液晶皿9の液晶17内の液面の上、下面レベルが設定され、設定の下面レベルより液晶液面の位置が下にある場合、液晶17はディスペンサ等の補充手段35を用いて供給され、その液面が設定の上面レベルを越えない範囲で補充される。

【0044】本発明の液晶皿回収ステーションでは、液

晶皿内の液晶の量を自動的に非接触手段により検出し、液晶の補給を自動的に行なうことにより、注入において必要な液面管理を無人で行なうことができ、液晶の注入工程の自動化に大きく寄与できる。そして、補給される液晶には、通常、気体が溶存しており、液晶液面の管理と補給は真空容器内で行う必要性はなく、クリーントンネル等の清浄環境下において実施し、このような液晶皿回収ステーションから液晶脱泡用の真空容器に送ることになる。

【0045】封止容器F内において、液晶セル1の注入孔1c部分は、図9に示されるように封止剤36に浸漬させた後、図10に示されるように前記注入孔1c部分に付着した封止剤36は、不活性ガス置換大気圧中におけるUV光源ランプ37の照射光38によって硬化され、注入孔1cは封止される。39は封止剤以外の部分にUV照射光が当たらないようにするための遮蔽板で、液晶や基板の変質を防ぐものである。なお、封止容器Fは、ロータリーポンプ排気系40によって真空排気するが、リーク系は図示していない。45は真空バルブ、46はUV光源ランプの電源である。

【0046】以上のように、本発明では、液晶セル注入孔1c付近に付着した余剰液晶17aをふき取るため、ゆっくり真空ポンプで排気した後、図示しないガス導入系から不活性ガス(N<sub>2</sub>:ガスなど)を導入して大気圧とし、注入孔端面付近にスポンジローラ32を当接させて、注入孔端面に付着した余剰液晶17aを吸い取り、その後、同一の不活性ガスの大気圧環境下において、注入孔1cを封止剤中に浸漬するか、ディスペンサ等の塗布手段を用いて塗布することにより、液晶セル内への空気の侵入を防いだ状態で完全な封止を行なうことができる。液晶セル内への空気の侵入の他に、表示素子としての経時的な特性変化の大きな原因となる水分や不純物の混入をも真空中においては防ぐことができる。

【0047】

【発明の効果】本発明の構成により、液晶セルの脱気、脱ガス、液晶の脱泡、真空注入、液晶浸漬、封止剤塗布、封止剤の硬化等の各工程を真空容器を連結して、真空中または不活性ガス置換の環境下でインラインで処理するため、液晶セルの脱気から注入孔の封止までの液晶セルの各工程を連続的に移動して処理することができ、全工程において空気や水分に触れることなく、大型セル基板や可撓性フィルム基板に対して残留気泡や液晶の濃淡部による色調の不均一性、水分や不純物のセル内への混入、封止部の不良などの不具合のない、品質の安定した液晶表示素子を得る効果を有する。

【0048】また、本発明の構成により、高真空中において、非接触式加熱手段により液晶セルを均一に加熱して脱気、脱ガスを行なうことにより、セル内部を水分等の不純物の少ない減圧(真空)状態にして液晶を注入することができ、安定した品質の表示素子を確保でき、ま

た脱気、脱ガス状態を質量分析計によってガス分析してその終了を知ることができ、効率の良い脱気、脱ガス処理を行ない生産性の向上を図ることができる効果を有する。

【0049】更に、本発明では、液晶の脱泡を真空中で行なうことにより、液晶の飛散、液晶の揮発を伴うことなく、液晶に溶存する気体を除去することができ、迅速に脱泡を行なうことができ、液晶の成分変化を未然に防ぎ、液晶表示素子の品質の安定化がはかられると共に、液晶脱泡時において超音波による振動エネルギーとそれによって引き起こされる適度な温度上昇により液晶に溶存する気体を迅速に残留気泡なく除去することができる効果を有する。

【0050】本発明では、液晶注入工程として、大型のセル基板に対しても、注入処理時に押圧手段で一定の面圧力の均一性を確保することができ、表示品質の安定化ができ、液晶セルのサイズに応じて復圧状態をコントロールすることによって、ギャップ剤の移動を引き起こすことなく、均一に全ての部分に液晶を注入することができ、注入時の残留気泡を無くすることができる効果を有する。

【0051】本発明の液晶皿回収ステーションでは、液晶の減少を自動的に非接触手段により検出し液晶の補給を自動的に行なうことにより、注入において必要な液面管理を無人で行なうことができ注入工程の自動化に大きく寄与できる効果を有する。そして、余剰液晶除去工程及び封止工程を不活性ガスで置換された大気圧下において行うことにより、液晶セル内への空気の侵入を防ぎ、表示素子としての経時的な特性変化に影響を与える水分や不純物の混入を防ぐことができる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示素子の製造装置全体の概要を示す構成図である。

【図2】(a)は液晶セルと注入治具との関連を示し、(b)は液晶セルと液晶皿との関連を示す概略断面図である。

【図3】液晶セルの概略断面図である。

【図4】液晶セルの両端に位置する注入治具に設けられた圧力検出器とプレス用の治具との関連を示す概略断面図である。

【図5】真空容器内の液晶セルに対するプレス圧力の調整手段の一例を示す概略断面図である。

【図6】液晶脱泡真空容器における液晶の脱泡、脱気処理の一例を示す。

【図7】余剰液晶除去容器における液晶セルに付着した液晶の除去手段の一例を示す概略断面図である。

【図8】液晶皿回収ステーションにおける液晶の液面の検知、液晶の補充の概要を示す概略断面図である。

【図9】封止容器内における液晶セルの注入孔と封止剤との関連を示す説明図である。

13

【図10】封止容器内において封止剤を付着した液晶セルの注入孔部分を不活性ガスで置換した大気圧環境下でUV照射している状態を示す説明図である。

【図11】液晶セル脱気真空容器内における真空圧力値と、 $H_2$ 、 $O^+$ の質量スペクトルのイオン電流値とが時間経過により示されるグラフを示す。

【図12】液晶脱泡真空容器内の空気成分の $O_2$ 及び水分の $H_2O$ 及び液晶成分のフラグメントを検出し、その真空度を制御するグラフの一例を示す。

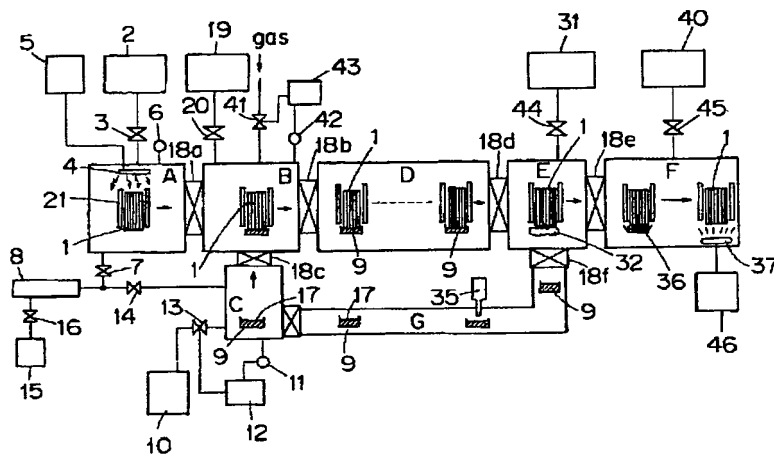
【図13】液晶注入真空容器において液晶セルの注入孔を液晶に浸漬させた後、真空状態から大気圧迄の復圧の変化を示すグラフの一例である。

【符号の説明】

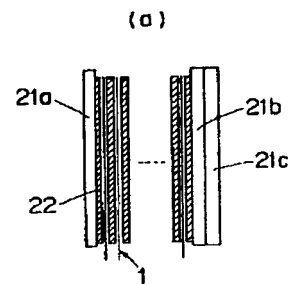
- A 液晶セル脱気真空容器  
B 液晶注入真空容器  
C 液晶脱泡真空容器  
D 浸漬注入ステーション  
E 余剰液晶除去容器

- F 封止容器  
G 液晶皿回収ステーション  
1 液晶セル  
2 真空大容量真空排除系  
3 真空バルブ  
4 赤外線加熱ランプ  
8 質量分析計  
9 液晶皿  
17 液晶  
21 注入治具  
23 圧力検出器  
24 プレス用治具  
29 微小な鋼体球  
30 超音波発生器  
31 ロータリーポンプ排気系  
32 スポンジ材質のローラー  
36 封止剤  
37 UV光源ランプ

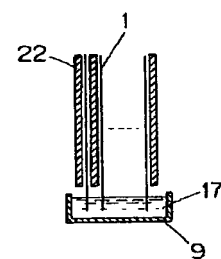
【図1】



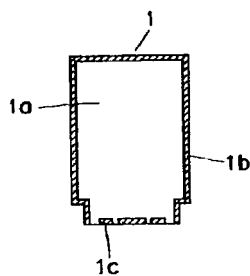
【図2】



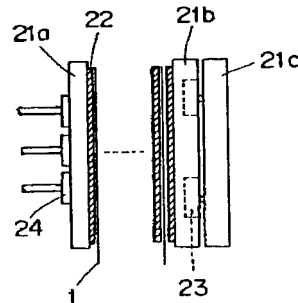
(b)



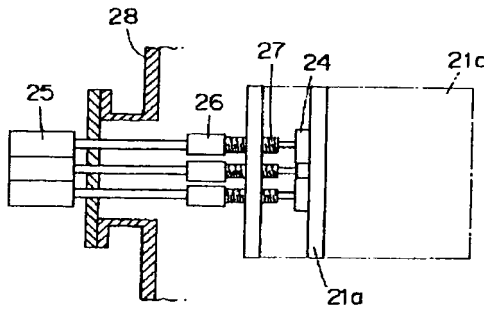
【図3】



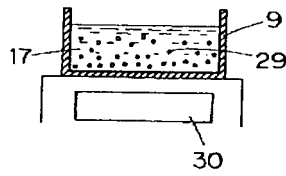
【図4】



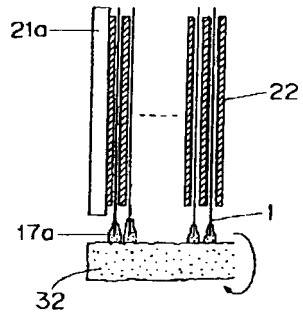
【図5】



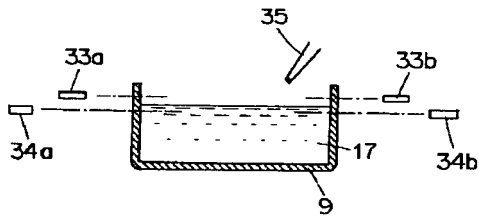
【図6】



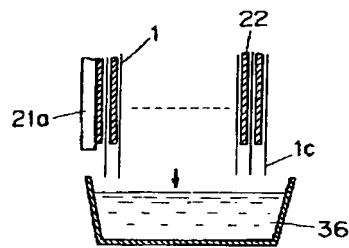
【図7】



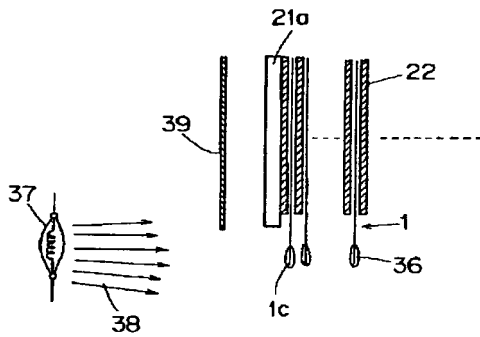
【図8】



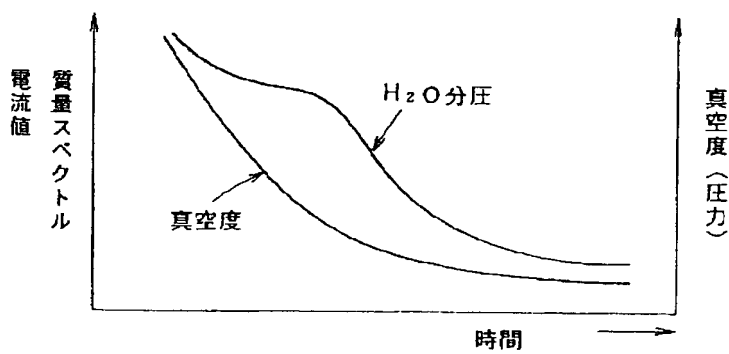
【図9】



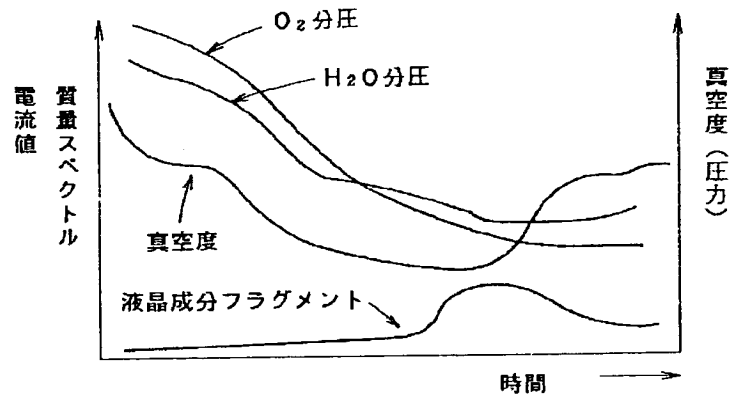
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

